

JC825 U.S. PTO  
09/853289  
05/09/01

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

MYUNG-LAE LEE, ET AL.

For: **OPTICAL TUNABLE FILTERS AND OPTICAL  
COMMUNICATIONS DEVICES  
INCORPORATED THEREIN OPTICAL  
TUNABLE FILTERS - UTILITY**

Honorable Commissioner of  
Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

**Request for Priority**

Sir:

Applicant respectfully requests a convention priority for the above-captioned application, namely  
Korean application number 2000-80716 filed December 22, 2000.

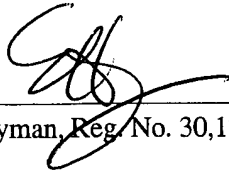
☒ A certified copy of the document is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

BLAKELY, SOKOLOFF, TAYLOR & ZAFMAN

Dated: \_\_\_\_\_

5/17/01

  
Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139

12400 Wilshire Blvd., 7th Floor  
Los Angeles, California 90025  
Telephone: (310) 207-3800

<Priority Document Translation>



THE KOREAN INDUSTRIAL  
PROPERTY OFFICE

This is to certify that annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Industrial Property Office of the following application as filed.

Application Number : 2000-80716(patent)

Date of Application : December 22, 2000

Applicant(s) : ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS  
RESEARCH INSTITUTE

January 30, 2001

COMMISSIONER



# 대한민국 특허청

## KOREAN INDUSTRIAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Industrial  
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2000년 제 80716 호  
Application Number

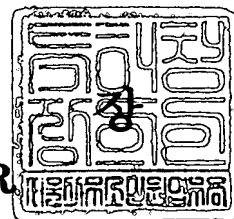
출원년월일 : 2000년 12월 22일  
Date of Application

출원인 : 한국전자통신연구원  
Applicant(s)

2001                      01                      30  
                                  년                      월                      일

특                      허                      청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0008
【제출일자】	2000.12.22
【발명의 명칭】	가변광필터 및 그 가변광필터를 이용한 광통신 소자
【발명의 영문명칭】	Optical tunable filters and optical communication device using the optical tunable filters
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【성명】	특허법인 신성 정지원
【대리인코드】	9-2000-000292-3
【포괄위임등록번호】	2000-051975-8
【대리인】	
【성명】	특허법인 신성 원석희
【대리인코드】	9-1998-000444-1
【포괄위임등록번호】	2000-051975-8
【대리인】	
【성명】	특허법인 신성 박해천
【대리인코드】	9-1998-000223-4
【포괄위임등록번호】	2000-051975-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이명래
【성명의 영문표기】	LEE, Myung Lae
【주민등록번호】	661027-1109917
【우편번호】	305-350
【주소】	대전광역시 유성구 가정동 236-1
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	장원익
【성명의 영문표기】	JANG, Won Ick
【주민등록번호】	610415-1674316

【우편번호】	305-333
【주소】	대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 108-701
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최창억
【성명의 영문표기】	CHOI, Chang Auck
【주민등록번호】	540218-1675413
【우편번호】	305-333
【주소】	대전광역시 유성구 어은동 99 한빛아파트 102-1001
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김윤태
【성명의 영문표기】	KIM, Youn Tae
【주민등록번호】	570415-1067426
【우편번호】	305-345
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 160-1 한울아파트 110-106
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 특허법인 신성 정지원 (인) 대리인 특허법인 신성 원석희 (인) 대리인 특허법인 신성 박해천 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	0 면 0 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	7 항 333,000 원
【합계】	362,000 원
【감면사유】	정부출연연구기관
【감면후 수수료】	181,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 파장분할방식(WDM, Wavelength Division Multiplexing)의 광통신에서 사용되는 가변광필터와 그 가변광필터를 이용하는 광통신 소자에 관한 것이다. 본 발명에서는 광 신호 중의 하나의 파장을 선택하기 위한 패브리-페롯형의 가변광필터를 실리콘 배치 공정(Batch process)과 미세가공(micromachining)방법을 이용하여 한 기판면에 집적하여 여러 개의 광 파장을 개별적인 신호로 분리하거나 반대로 합해서 하나의 신호로 만드는 MUX/DEMUX를 제조한다.

각각의 광섬유와 볼렌즈용 V홈, 액츄에이터를 포함하는 가변광필터의 제조와 배열에 있어서 동일 기판에 집적이 가능하므로 적은 수의 포토마스크를 사용하여 제작할 수 있게 되어 공정의 단순화에 따른 제조 단가를 낮출 수 있으며, 우수한 파장선택성과 넓은 영역의 파장 가변성을 가진 필터를 사용한 광통신용 MUX/DEMUX를 제공한다. 또한 파장가변이 가능하므로 입력이나 출력의 파장을 서로 바꿀 수 있게 되어 필요에 따라 재구성 가능한 MUX/DEMUX로서 동작할 수 있는 장점이 있다.

**【대표도】**

도 1

**【색인어】**

광통신소자, 가변필터, 미소기전방식, MUX/DEMUX

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

가변광필터 및 그 가변광필터를 이용한 광통신 소자{Optical tunable filters and optical communication device using the optical tunable filters}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 미소기전방식의 가변광필터를 이용한 광통신 소자의 다멀티플렉서를 나타내는 도면이고,

도 2는 본 발명의 미소기전방식의 가변광필터를 이용한 광통신 소자의 멀티플렉서를 나타내는 도면이고,

도 3a는 본 발명의 실리콘/공기층을 이용한 DBR 구조도이고,

도 3b는 본 발명의 미소기전방식의 평행평판형의 정전구동원을 나타내는 도면이고,

도 3c는 본 발명의 미소기전방식의 빗살형전극의 정전구동원을 나타내는 도면이고,

도 4는 본 발명의 미소기전방식의 정전구동원과 DBR을 사용한 가변광필터의 한예이고,

도 5는 본 발명의 가변광필터용 액츄에이터의 구동을 설명하기 위한 도면이고,

도 6은 본 발명의 가변광필터용 액츄에이터의 변위감소를 위한 링크레버 구조도이고,

도 7은 본 발명의 액츄에이터의 변위와 링크레버의 변위감소를 비교하여 나타낸 그래프이고,

도 8은 본 발명의 미소기전방식의 가변광필터의 광투과특성 및 가변특성을 나타내는 그래프이다.

\* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

111 : 입력 광섬유용 V홈

112-119 : 출력 광섬유용 V홈

121-129 : 볼렌즈용 V홈

131-137 : 미소기전방식의 가변광필터

211 : 출력용 광섬유

212-229 : 입력용 광섬유

221-229 : 볼렌즈용 V홈

311 : 실리콘판(d1)

312 : 공기층(d2)

313 : 고정거울(고정DBR)

314 : 이동거울(이동DBR)

315 : 가변 공기층의 두께( $l$ )

316 : 고정전극

317 : 이동전극

318 : 실리콘 탄성스프링



319 : 빗살형 전극

320 : 가변광거울(가변광DBR)

321 : 액츄에이터

412 : 연결용 링크부

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<31> 본 발명은 파장분할방식(WDM, wavelength division multiplexing)의 광통신 시스템에 있어서 광 신호 중의 하나의 파장을 선택하기 위한 패브리-페롯형의 광필터를 실리콘 미세가공에 의해 제작하고; 이를 이용하여 채널을 분리 또는 합하는 멀티플렉서등의 광통신 소자에 관한 것이다.

<32> 일반적으로 파장분할방식의 광통신은 여러 개의 파장을 사용하고 각각의 파장마다 대용량의 정보를 실은 후 합하여(multiplexing) 전달하고 각각의 신호를 파장을 분리하여(demultiplexing) 복원하는 방식을 사용한다. 현재 발전되고 있는 추세는 간격이 0.8 nm (100 GHz bandwidth)인 64개 이상의 파장을 채널로 사용하는 것이다. 더 나아가 0.4 nm (50 GHz bandwidth) 간격으로 분리 함으로서 더 많은 채널을 확보할 수 있는 DWDM(dense WDM)으로까지 발전해 나갈 추세이다.

<33> 이러한 방식의 광통신에서 필수적인 광통신 소자 중의 하나는 정확한 파장 분해능을 가진 광필터이다. 종래의 광필터는 수십 층의 유전체 다층박막(dielectric

multiple layer)을 쌓아서 제작하였다. 증착법에 의해서 제작된 필터들은 굴절율이 높은 것과 낮은 물질을 교대로 일정한 두께로 쌓아서 제작을 하므로 기판면에 수평으로 형성되게 된다.

<34>       또, 통과파장에 대한 선택성이 좋고 인접한 파장과의 누화가 적기 위해서는 교대로 쌓는 층의 굴절율 차이가 커야 하는데, 현재 사용할 수 있는 것으로 가장 큰 차이를 얻을 수 있는 것은 실리콘( $n = 3.48 @ 1.55 \mu\text{m}$ )과 공기( $n = 1$ )이다.

<35>       다층 박막의 광필터를 멀티플렉서/디멀티플렉서(MUX/DEMUX) 등의 광통신 소자에 이용한 예로서 미국특허 5808763호, 미국특허 6008920호, 미국특허 5737104호 등이 있다. 상기 종래의 공지 기술에서는 한 장의 기판에 다층박막의 단일파장 투과형 필터를 제작하고 이에 여러 개의 파장을 가진 입사광을 특정한 각도로 입사 및 반사 함으로서 필터의 파장 투과특성이 각도에 따라 달라지는 것을 이용해 파장을 분리하는 방법을 이용하고 있다.

<36>       미국특허 6122417호에서는 패브리-페롯형의 공진기(resonator)를 선형 어레이 형태로 제작을 하고 인접하는 각각의 공진기 마다 투과하는 파장을 다르게 하여 파장을 분리해 내는 방식을 사용하고 있다.

<37>       상기와 같은 종래기술은 거울면은 우수하게 제작할 수 있으나 구조가 기판면에 수직이므로 입출력용 광섬유와의 결합을 위한 패키징 시 필요한 정렬용 구조물을 한 웨이퍼에 일괄제작을 할 수 없는 단점이 있다.

<38>       그러므로 광섬유의 정확한 정렬을 위한 추가적인 구조물이 요구되고 정렬의 어려움이 발생한다.

<39> 또한 높은 반사율을 얻기 위해서는 증착물을 증착하는 횟수가 수 십회 정도로 늘어나야 하는데 이것은 제조 코스트의 상승으로 이어지게 된다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<40> 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 본 발명은 실리콘 기판위에 산화막이 얇게 적층되어 있고 그 위에 실리콘이 적층된 웨이퍼 상에 DRIE(deep reactive ion etching)를 이용하여 수직으로 식각함으로써 한 웨이퍼 상에 광필터, 액츄에이터, V홈을 일시에 제작하여 낮은 비용으로 파장가변 광필터를 대량 생산할 수 있도록 한다.

<41> 또한, 상기 파장가변 광필터를 이용하여 MUX/DEMUX의 기능을 할 수 있도록 광통신 소자를 구성을 하면 투과파장을 선택함으로써 채널을 재구성할 수 있고, 원하는 포트로 단일 파장을 보낼 수 있으므로 OXC의 역할도 겸할 수 있도록 한다.

<42> 또한, 본 발명에서는 가변광거울 제작함으로써 적은 층수로도 반사율이 높으며, 두 물질의 굴절율 차이가 크므로 파장 선택성이 좋은 패브리-페롯형 광필터를 제작하고, 또한 마이크로 구동 액츄에이터를 사용하여 공진기를 조절할 수 있게 함으로써 파장가변 범위를 확장시킬 수 있는 구조로 한다.

<43> 상기의 기능구현을 위해 DRIE(deep reactive ion etching)를 사용하여 실리콘 웨이퍼 상에 일정한 두께를 가진 실리콘과 공기로 이루어진 다층 막을 수직으로 형성하여 고정거울과 이동거울을 제작하고, 상기 구조물을 배치하여 패브리-페롯형의 광필터를 구성하고, 상기 이동거울을 움직이기 위해 정전기력으로 구동되는 미소구동체(액츄에이터)를 같은 기판에 형성하고, 상기 이동거울과 미소구동체를 연결하여 투과 파장을 가변 시

킬 수 있는 파장 가변광필터를 도 4와 같이 구성하고, 상기 가변광필터를 도 1 및 도 2와 같이 배치하여 N개의 파장을 합하거나 분리할 수 있는 임의로 재구성이 가능하며 (reconfigurable), 파장선택 스위칭이 가능한 광통신 소자를 구성한다.

<44> 따라서, 본 발명의 목적은 실리콘 미세가공법을 이용하여 미소기전 방식의 (microelectromechanical) 가변광필터를 제작하고, 이를 이용하여 파장분할방식의 광통신 시스템에 이용할 수 있는 광통신 소자를 제공하는 것이다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<45> 상기 목적 달성을 위하여 본 발명의 가변광필터는 수직으로 식각된 복수의 판에 의하여 형성되는 고정거울과, 수직으로 식각된 복수의 판에 의하여 형성되는 이동거울과, 상기 이동거울과 상기 고정거울사이에 형성되는 가변 공기층과, 상기 이동거울을 왕복운동시켜 상기 가변 공기층이 변하도록 하는 액츄에이터를 구비하는 것을 특징으로 한다.

<46> 상기 고정거울과 이동거울의 판은 실리콘으로 이루어지고, 상기 판은 각각  $(2m+1)\lambda/4n$  ( $n=Si$ 의 굴절율,  $m = 0, 1, 2, \dots$ )의 두께를 갖고, 상기 가변 공기층은  $(2m+1)\lambda/4$  ( $m = 0, 1, 2, \dots$ )의 두께를 갖는 것을 특징으로 한다.

<47> 또, 상기 이동거울층의 하부에는 희생층으로 적어도 산화막을 구성하는 것을 특징으로 한다.

<48> 또, 상기 액츄에이터는 고정전극, 이동전극을 구비하고, 상기 고정전극과 이동전극은 판스프링과 연결되고, 상기 이동전극이 상기 이동거울과 연결되도록 구성되는 것을 특징으로 한다.

- <49>       또, 상기 판스프링은 실리콘으로 이루어지고, 상기 판스프링과 이동전극 사이에는 변위 감소용 링크레버를 개재하는 것을 특징으로 한다.
- <50>       한편, 수직으로 식각된 복수의 판에 의하여 형성되는 고정거울과, 수직으로 식각된 복수의 판에 의하여 형성되는 이동거울과, 상기 판사이의 가변 공기층과, 상기 이동거울과 연결되어 상기 이동거울을 왕복운동시킴으로서 상기 가변 공기층이 변하도록 구성되는 액츄에이터를 구비하는 가변광필터를 일정한 배열로 배치하고, 상기 가변광필터를 통하여 입사광을 파장별로 분리하는 디멀티플렉서를 갖는 광통신 소자를 구성한다.
- <51>       또한, 상기 가변광필터를 통하여 입사광을 파장별로 합하는 멀티플렉서를 구비하는 광통신 소자를 구성한다.
- <52>       이하 도 1내지 도 8을 참고하여 본 발명을 상세히 설명한다.
- <53>       본 발명은 SOI(Silicon on insulator) 기판 위에 미세가공 된(micromachined) 파장 가변광필터(131-137)과, 동일 기판에 동시에 제작된 광 입력용 광섬유(211) 및 광 출력용 광섬유(212-229)와, 이를 지지하는 N개의 트렌치나 도파로 또는 광섬유용 V홈(111-119)과, 입력용 광섬유에서 나오는 빛을 평행광화(collimation)하는 볼렌즈와, 출력용 광섬유로 집속하는 볼렌즈와, 렌즈를 지지하는 볼렌즈용 V홈과, 서로 마주보는 상태로 상기 각 광섬유 사이에 장착되며, 각각은 실리콘 기판에 수직으로 배열된 실리콘의 고정거울과 이동거울과 공기층의 반복으로 이루어진 가변광필터(131-137)와, 상기 이동거울(314)과 연결된 상태에서 상기 고정거울(313)과 이동거울의 사이의 거리 즉, 공기층(315)의 거리를 변화시킬 수 있는 액츄에이터(321)와, 상기 액츄에이터의 변위를 감소시켜서 거울에 전달하는 링크레버(412) 구조와, 상기 실리콘 수직거울로 구성된 가변광필터 N개를 웨이퍼 면에 일정하게 배열하여 빛이 각각의 가변광필터에서 하나의 선

택된 파장만 투과하고 나머지는 반사되어 인접한 거울로 전달되도록 이루어져 있다.

<54> 도 1은 가변광필터(131-136)를 이용한 디멀티플렉서의 일례를 보여주고 있다.

도 1의 가변광필터(131-136)는 도 3내지 도 4와 같이 실리콘 기판 위에 DRIE(Deep Reactive Ion-beam Etching)방식으로 기판면에 수직으로 구조물을 형성시킨다. 광섬유를 고정하기 위해 입출력 광섬유용 V홈(111-119)을 판다. 입력용 광섬유 V홈(111)에 광섬유를 부착시키고 광 입력용 볼렌즈용 V홈(121)에 부착된 마이크로 볼렌즈를 통해서 평행광으로 만든다.  $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ 의 파장성분을 포함하는 평행광은 미소기전방식의 파장 가변광필터(131)에서 원하는 파장( $\lambda_1$ )만 투과한 후 나머지( $\lambda_2, \dots, \lambda_n$ )는 반사하여 인접한 파장 가변광필터(132)로 간다. 131에서 투과된 파장  $\lambda_1$ 은 122에 있는 볼렌즈에 의해서 포커싱된 후 112에 있는 출력용 광섬유에 입사하게 된다. 반사된 광  $\lambda_2, \dots, \lambda_n$ 는 다시 앞과 같은 과정을 연속하여 거치면서 채널을 하나씩 드롭하게 되어 디멀티플렉싱이 일어나게 된다. 도 2에서의 멀티플렉서는 도 1과는 반대로 파장 가변광필터 131-136에서 각각의 선택된 투과파장을 합하여 최종적으로 출력용 광섬유 211에 의해서  $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ 을 전송한다.

<55> 도 3과 도4는 DRIE에 의해 제작할 수 있는 실리콘과 공기에 의한 거울

(DBR:Distributed Bragg reflector)의 개념도를 나타낸다. 두 쌍의 거울(313, 314)은 각각 세 개의 실리콘 판(311)과 두 개의 공기 층(312)으로 이루어져 있다. 실리콘 판은 광학적인 두께 $nd$  ( $n$ :굴절율,  $d$ :두께)가  $(2m+1)\lambda/4$  ( $m=0,1,2, \dots$ )의 값을 가진다. 실리콘 판 사이는 공기( $n=1$ ) 층인데 이 두께도 마찬가지로  $(2m+1)\lambda/4$  ( $m=0,1,2, \dots$ )를 가진다. 일례로 두 개의 거울을 쌍으로 하여 브래그 리플렉터를 구성한 경우 99%이상의 반사율을 얻을 수 있다. 반사율을 더 높이기 위해서는 거울과 공기 층의 주기를 더 여러 번 반복

하면 된다. 두 쌍의 거울 즉 고정거울(313)과 이동거울(314)를 기판면에 식각하여 형성하고(도 3a), 동일 웨이퍼 상에 미소기전 액츄에이터(도 3b, 도 3c)를 제작하여 도 4와 같이 연결되도록 하면 하나의 가변광필터를 광축을 따라서 정밀하게 움직일 수가 있게 된다. 미소기전방식의 액츄에이터(321)는 고정전극(316)과 이동전극(317) 사이의 정전력에 의해서 움직이고 복원력은 스프링(318)에 의해 발생한다. 보다 정밀한 변위와 구동전압의 허용오차 범위를 높이기 위해 도 5 및 도 6에서와 같은 변위감소를 위한 링크레버(412)를 추가할 수 있다. 이는 링크 레버의 위치  $x$ 에 따라 감소량을 조절할 수 있으므로 원하는 정도로 변위감소를 설계할 수 있다. 이 경우 거울의 미세한 조절이 가능하게 되므로 정밀한 파장 가변이 가능하게 된다. 도 7은 실시 예에 따른 변위감소의 시뮬레이션 결과이다. 이 결과에서 구동체의 변위를 전극의 변위의 1/19로 감소시킴을 알 수 있다. 도 8은 제안된 광필터의 투과특성을 계산한 것이다. 도 3a에서 거울사이의 공기층의 거리  $l$  (315)을 변화시켰을 때 그 투과특성을 도 8에 나타냈다. 투과특성으로서 선평이 0.8nm 이하 였고 파장가변범위는 80nm 였다. 그러므로 테라비트 급 전송에 필요한 64개의 채널을 훨씬 상회하는 약 100개의 파장채널을 선택적으로 투과할 수 있게 된다.

<56> 미소기전방식의 가변광필터는 각각의 가변광필터에 인가되는 전압을 적절히 조절함으로써 원하는 파장만을 선택적으로 투과시킬 수 있으므로 고정형 필터만을 사용한 경우와는 달리 디멀티플렉서의 재구성이 용이하다.

#### 【발명의 효과】

<57> 본 발명의 효과로는 DRIE를 이용하여 실리콘 기판에 수직으로 식각하여 제작한 DBR을 사용하여 패브리-페롯형 광필터를 구성할 수 있고, 광의 입출력부를 같은 기판면에

동시에 제작할 수 있으며, 실리콘 기판만을 사용하므로 필터 제작에 있어서 부가적인 증착이 필요 없으므로 공정의 단순화에 의한 제작의 단가를 낮출 수 있다.

<58>     또, 정전기력을 이용한 액츄에이터를 동시 제작하여 파장 가변광필터를 집적할 수 있으며, 이를 이용하여 채널 재구성이 가능한 광통신용 소자를 제작할 수 있고, 파장선택이 가능하여 채널 간에 스위칭을 할 수 있으므로 WDM 광통신용 시스템에 구성에서 필요한 MUX/DEMUX와 OXC(optical crossconnect)를 하나의 소자로 결합하여 기능을 하는 소자로 이용할 수 있다.

<59>     또, 광의 삽입손실(insertion loss) 및 성능향상을 꾀할 수 있고, 제조 코스트가 낮아지는 장점이 있다.



**【특허청구범위】****【청구항 1】**

수직으로 식각된 복수의 판에 의하여 형성되는 고정거울;

수직으로 식각된 복수의 판에 의하여 형성되는 이동거울;

상기 이동거울과 상기 고정거울사이에 형성되는 가변 공기층; 및

상기 이동거울을 왕복운동시켜 상기 가변 공기층이 변하도록 하는 액츄에이터를 구비하는 것을 특징으로 하는 가변광필터.

**【청구항 2】**

제1항에 있어서,

상기 고정거울과 이동거울의 판은 실리콘으로 이루어지고, 상기 판은 각각  $(2m+1)\lambda/4n$  ( $n=Si$ 의 굴절율,  $m = 0, 1, 2, \dots$ )의 두께를 갖고, 상기 가변 공기층은  $(2m+1)\lambda/4$  ( $m = 0, 1, 2, \dots$ )의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 가변광필터.

**【청구항 3】**

제1항에 있어서,

상기 이동거울층의 하부에는 희생층으로 적어도 산화막을 구성하는 것을 특징으로 하는 가변광필터.

**【청구항 4】**

제1항에 있어서,

상기 액츄에이터는 고정전극, 이동전극을 구비하고, 상기 고정전극과 이동전극은 판스프링과 연결되고, 상기 이동전극이 상기 이동거울과 연결되도록 구성되는 것을 특징으로 하는 가변광필터.

**【청구항 5】**

제1항에 있어서,

상기 판스프링은 실리콘으로 이루어지고, 상기 판스프링과 이동전극 사이에는 변위 감소용 링크레버를 개재하는 것을 특징으로 하는 가변광필터.

**【청구항 6】**

수직으로 식각된 복수의 판에 의하여 형성되는 고정거울과, 수직으로 식각된 복수의 판에 의하여 형성되는 이동거울과, 상기 이동거울과 상기 고정거울사이에 형성되는 가변 공기층과, 상기 이동거울을 왕복운동시켜 상기 가변 공기층이 변하도록 하는 액츄에이터로 이루어진 가변광필터를 일정한 배열로 배치하고, 상기 가변광필터를 통하여 입사광을 파장별로 분리하도록 하는 것을 특징으로 하는 광통신 소자.

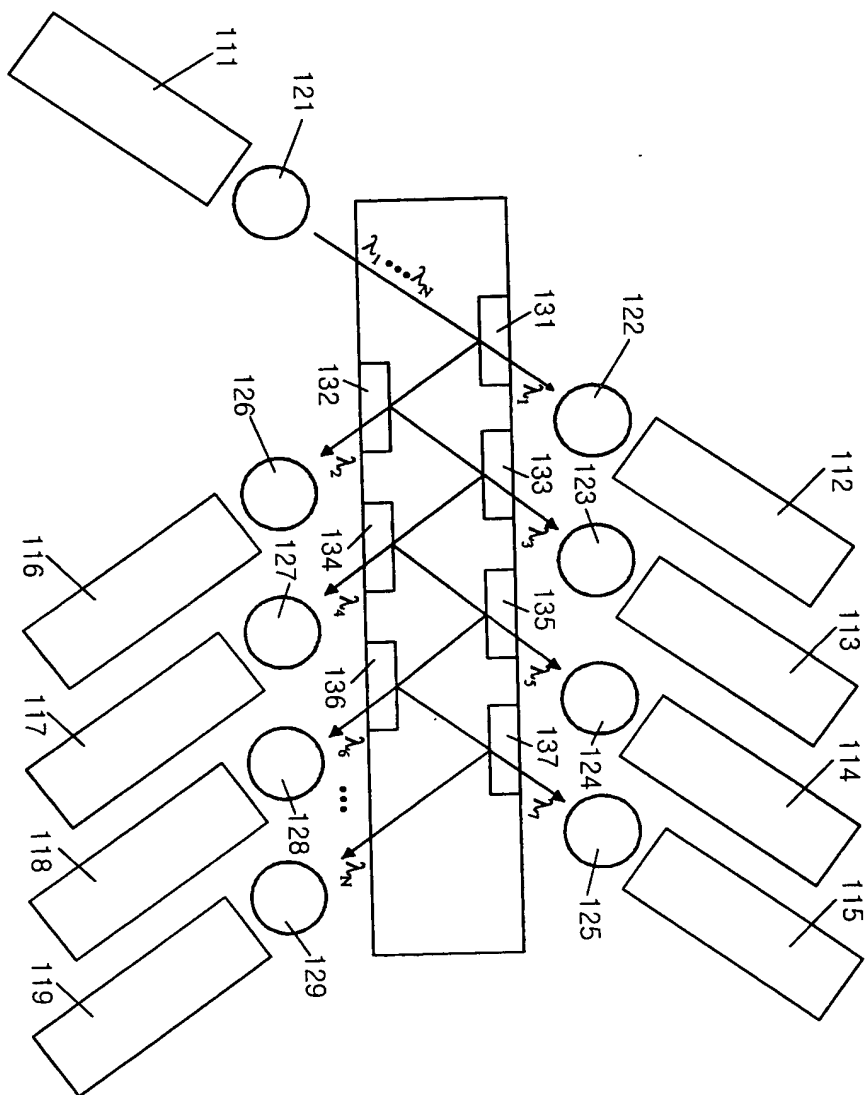
**【청구항 7】**

수직으로 식각된 복수의 판에 의하여 형성되는 고정거울과, 수직으로 식각된 복수

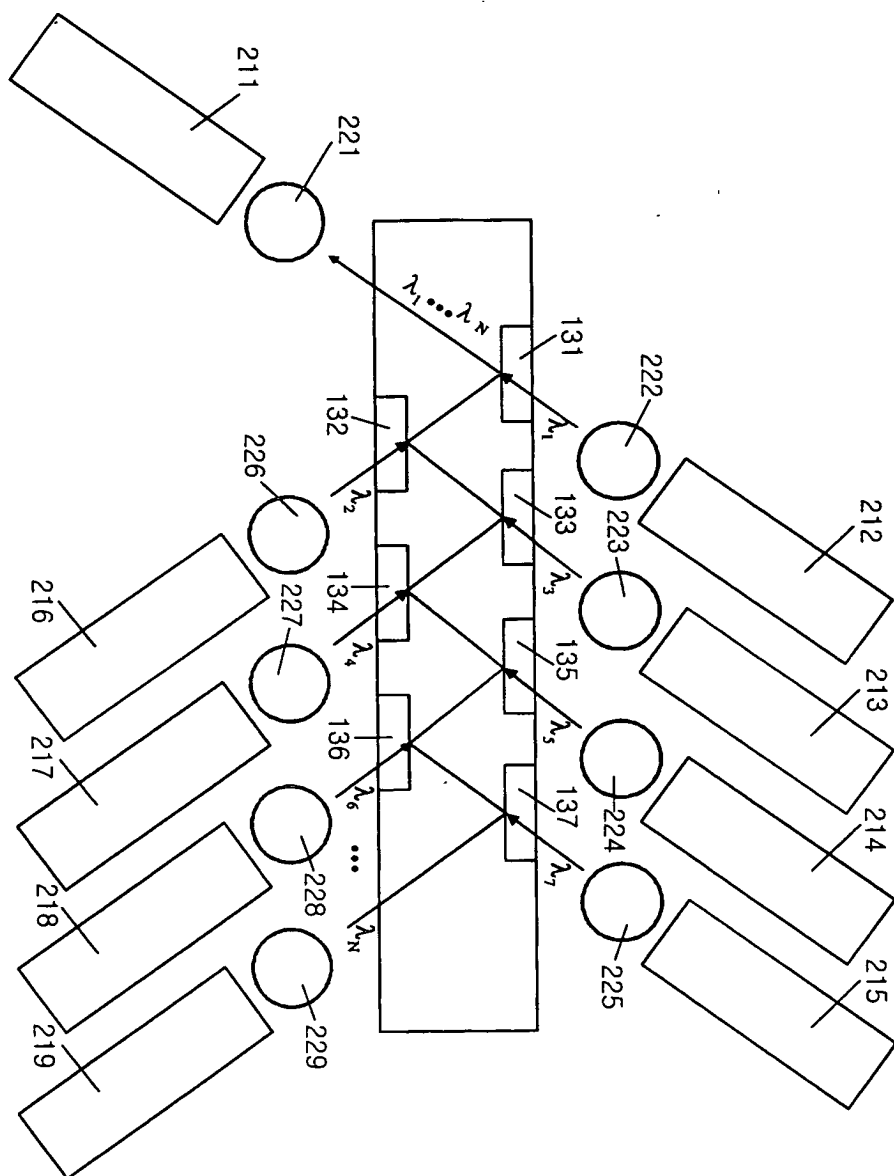
의 판에 의하여 형성되는 이동거울과, 상기 이동거울과 상기 고정거울사이에 형성되는  
가변 공기층과, 상기 이동거울을 왕복운동시켜 상기 가변 공기층이 변하도록 하는 액츄  
에이터로 이루어진 가변광필터를 일정한 배열로 배치하고, 상기 가변광필터를 통하여 입  
사광을 파장별로 합하도록 하는 것을 특징으로 하는 광통신 소자.

【도면】

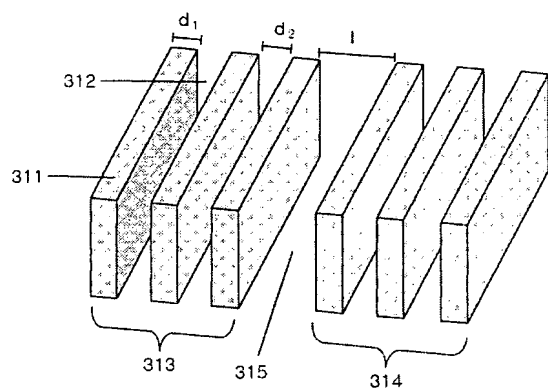
【도 1】



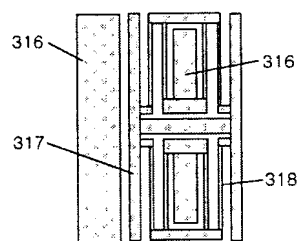
【도 2】



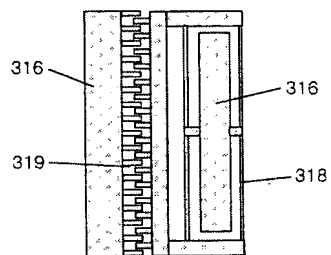
【도 3a】



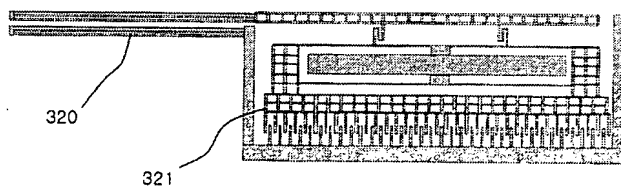
【도 3b】



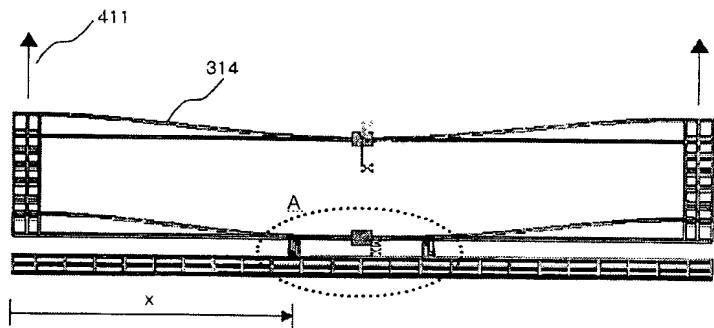
【도 3c】



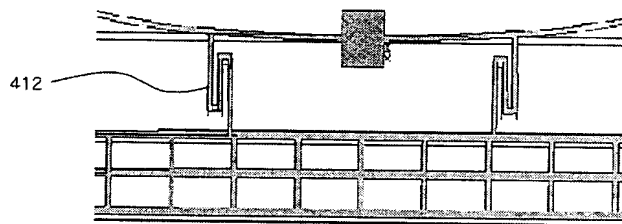
【도 4】



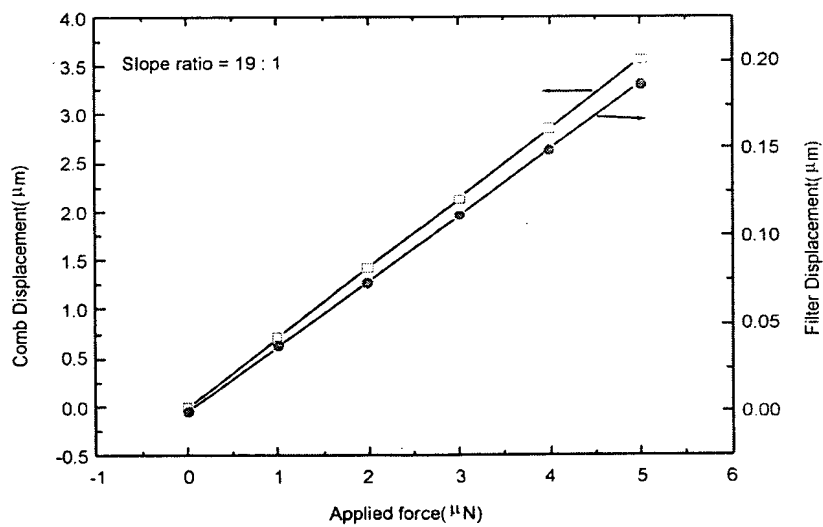
【도 5】



【도 6】



【도 7】



【도 8】

